

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月13日  
Date of Application:

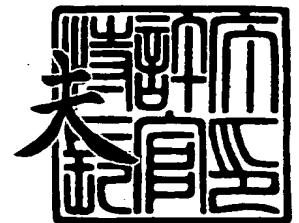
出願番号 特願2003-067958  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-067958]

出願人 株式会社デンソー  
Applicant(s):

2003年12月22日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康





【書類名】 特許願

【整理番号】 IP7830

【提出日】 平成15年 3月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01L 9/04

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 勝間田 卓

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 豊田 稲男

【特許出願人】

    【識別番号】 000004260

    【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

    【識別番号】 100100022

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊藤 洋二

    【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

    【識別番号】 100108198

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三浦 高広

    【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

    【識別番号】 100111578

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 水野 史博

    【電話番号】 052-565-9911

**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 038287**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体圧力センサの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一面（11）の面方位が（110）面である単結晶シリコン基板（10）を用意し、

前記単結晶シリコン基板の一面側にエッチングマスク（50）を配設する工程と、

しかる後、前記単結晶シリコン基板の一面から異方性エッチングを行うことにより、前記単結晶シリコン基板に凹部（20）を形成するとともに、前記単結晶シリコン基板のうち前記凹部の底面側に受圧用のダイアフラム（30）を形成する工程と、を備える半導体圧力センサの製造方法において、

前記エッチングマスクとして、 $\langle 110 \rangle$  結晶軸方向に沿って延びる第 1 の領域と  $\langle 100 \rangle$  結晶軸方向とに沿って延びる第 2 の領域とが交差する十字形状の開口部（51）を有するとともに、前記開口部のうち前記第 1 の領域と前記第 2 の領域とが重なり合う領域の開口部（51a）の面積が前記ダイアフラムの面積よりも小さくなっているものを用いることを特徴とする半導体圧力センサの製造方法。

【請求項 2】 前記エッチングマスク（50）の開口部（51）のうち前記第 1 の領域と前記第 2 の領域とが重なり合う領域の開口部（51a）は、八角形であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体圧力センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一面の面方位が（110）面である単結晶シリコン基板に圧力検出用のダイアフラムを形成してなるダイアフラム式の半導体圧力センサの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

この種の半導体圧力センサは、一面が（110）面である半導体基板としての



単結晶シリコン基板と、単結晶シリコン基板の一面に形成された圧力検出用のダイアフラムとを備えるものである（例えば、特許文献1参照）。

#### 【0003】

このような半導体圧力センサは、一面の面方位が（110）面である単結晶シリコン基板を用意し、単結晶シリコン基板の一面側にエッチングマスクを配設した後、単結晶シリコン基板の一面から異方性エッチングを行うことにより、単結晶シリコン基板に凹部を形成するとともに、単結晶シリコン基板のうち凹部の底面側に受圧用のダイアフラムを形成することにより、製造される。

#### 【0004】

ここで、ダイアフラムには、ダイアフラムの歪みに伴う検出信号を出力するためのブリッジ回路を構成する歪みゲージ抵抗が形成されている。この歪みゲージ抵抗は、上記異方性エッチングを行う前に、単結晶シリコン基板に対して、注入や拡散等により形成されるものである。

#### 【0005】

ここにおいて、（110）面に配置される歪みゲージ抵抗は、〈110〉結晶軸方向に沿ってダイアフラムの中心部に配置された一対のセンターゲージと、センターゲージよりもダイアフラムの周辺部に配置された一対のサイドゲージとから構成される（例えば、特許文献2参照）。

#### 【0006】

ここで、図4は、上記単結晶シリコン基板を用いた半導体圧力センサにおける単結晶シリコン基板10の主表面に位置するダイアフラム30上の歪みゲージ抵抗Rc1、Rc2、Rs1、Rs2の配置状態を示す図である。単結晶シリコン基板10の主表面である（110）面には、その構造上、相直交する2つの結晶軸〈110〉と〈100〉とが存在する。

#### 【0007】

ここで、〈110〉結晶軸方向に発生する応力の感度は、〈100〉結晶軸方向に発生する応力の感度と比べてピエゾ抵抗係数が非常に大きいため、（110）面における応力検出においては、〈100〉結晶軸方向ではなく、〈110〉結晶軸方向に発生する応力を用いることになる。

**【0008】**

そして、 $\langle 110 \rangle$  面においては  $\langle 110 \rangle$  は 1 方向しか存在しないため、より感度の高い結晶軸に対してより高い出力を得ようとする、必然的に、図 4 に示す様な歪みゲージ抵抗  $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$ 、 $R_{s1}$ 、 $R_{s2}$  の配置を採らざるを得ない。

**【0009】**

つまり、 $\langle 110 \rangle$  結晶軸方向に沿ってダイアフラム 30 の中心寄りに配置されたセンターゲージ  $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$  と、該センターゲージ  $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$  よりも該ダイアフラム 30 の周辺部に配置されたサイドゲージ  $R_{s1}$ 、 $R_{s2}$  とを設け、これら 4 個の歪みゲージ抵抗でブリッジ回路を構成して  $\langle 110 \rangle$  結晶軸方向に発生する応力を検出する。

**【0010】**

具体的には、図 5 に示すように、センターゲージ  $R_{c1}$  の抵抗値を  $R_A$ 、センターゲージ  $R_{c2}$  の抵抗値を  $R_D$ 、サイドゲージ  $R_{s1}$  の抵抗値を  $R_B$ 、サイドゲージ  $R_{s2}$  の抵抗値を  $R_C$  として、これら歪みゲージ抵抗は互いに直列接続されて 4 辺形の閉回路を形成し、ホイートストンブリッジを構成している。

**【0011】**

そして、図 5 に示すブリッジ回路 100 においては、入力端子  $I_a$  から  $I_b$  に直流定電流  $I$  を与えた状態で、ダイアフラム 30 の歪みが歪みゲージ抵抗  $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_C$ 、 $R_D$  の抵抗値変化として現れ、出力端子  $P_a$  と  $P_b$  との間から被検出圧力に応じたレベルの電圧（検出信号）すなわち中点電位  $V_{out}$  が出力されるようになっている。

**【0012】****【特許文献 1】**

特開 2001-356061 号公報（第 3 頁、第 1 図）

**【0013】****【特許文献 2】**

特開平 11-94666 号公報（第 11 頁、第 15 図）

**【0014】**

**【発明が解決しようとする課題】**

ところで、通常、このような半導体圧力センサは、図示しないが、上記特許文献 1 に示されているように、例えば単結晶シリコン基板 10 にガラス台座が陽極接合等により貼り合わされた構造となっている。

**【0015】**

単結晶シリコン基板 10 とガラス台座とは熱膨張係数が異なるため、温度が変化すると両者の間に熱応力が発生し、それはダイアフラム 30 上の歪みゲージ抵抗  $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$ 、 $R_{s1}$ 、 $R_{s2}$  へと伝達する。ここで、センターゲージ  $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$  とサイドゲージ  $R_{s1}$ 、 $R_{s2}$  にかかる熱応力は、そのダイアフラム 30 上の位置の違いから大きさが異なる。

**【0016】**

その結果、サイドゲージ  $R_{s1}$ 、 $R_{s2}$  とセンターゲージ  $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$  にかかる熱応力の差分がノイズとして出力されてしまう。そして、この熱応力の差分は温度に依存して非線形に変化するため、出力のオフセットの温度特性は温度に対して曲がりを持ったものとなる。

**【0017】**

よって、出力のオフセットの温度特性において、室温～高温間のオフセットの温度に対する勾配と、低温～室温間のオフセットの温度に対する勾配との間に差が生じる。この差は TNO (Temperature Nonlinearity Offset) と呼ばれ、この TNO はセンサの精度を決める重要な特性である。

**【0018】**

また、半導体圧力センサの小型化すなわち単結晶シリコン基板 10 の小型化を狙う場合、大きな面積を占めるダイアフラム 30 を縮小することが考えられる。しかしながら、この場合、次に述べるような問題が生じる。

**【0019】**

ここで、図 6 は、従来の半導体圧力センサにおいて、単結晶シリコン基板 10 の一面 11 側から見たときのダイアフラム 30 の形状を示す斜視図である。また、図 7 (a) は図 6 に示すダイアフラムの平面図、(b) は (a) の A-A 断面

図である。

#### 【0020】

図6、図7に示すように、単結晶シリコン基板10の一面11に、開口部が八角形状の凹部20が形成され、この凹部20の底面に八角形状のダイアフラム30が形成されている。

#### 【0021】

ここで、凹部20の八角形の開口部は、エッチングマスクの開口部形状を承継している。そして、凹部20においては、この八角形の開口部から四つのテーパ面21、22、23、24とその間の垂直な面とが側面として形成されており、これら側面を介して凹部20の底面が八角形のダイアフラム30として構成されている。

#### 【0022】

ここで、 $\langle 100 \rangle$  結晶軸に沿って対向する一对のテーパ面21、22は(111)面であり、 $\langle 110 \rangle$  結晶軸に沿って対向する一对のテーパ面23、24は(110)面である。

#### 【0023】

このような凹部20は、凹部20の八角形の開口部に対応した開口部を有するエッチングマスクを、単結晶シリコン基板10の一面11にCVD（化学気相成長法）等にて成膜されたシリコン窒化膜等により形成し、その後、KOH（水酸化カリウム）からなるアルカリエッチング液等により異方性エッチングを行うことで形成できる。

#### 【0024】

この場合、凹部20における深さ方向のエッチングレートとテーパ面のエッチングレートとの差を利用して異方性エッチングが進行する。それにより、上記図6、図7に示すような八角形のダイアフラム30が形成される。

#### 【0025】

このような八角形のダイアフラム30を有する半導体圧力センサにおいて、センサの小型化すなわち単結晶シリコン基板10の小型化を狙う場合、大きな面積を占めるダイアフラム30の面積を縮小することになる。そうすると、単純には



、エッチングマスクにおける八角形の開口部のサイズを小さくしていくことが考えられる。

#### 【0026】

しかしながら、本発明者らの検討によれば、単純に、単結晶シリコン基板10の厚さやダイアフラム30の厚さを一定とした条件のもとでエッチングマスクの開口部を小さくした場合、ダイアフラム30の形状が四角形となってしまうことがわかった。

#### 【0027】

例えば、単結晶シリコン基板10の厚さを $300\mu\text{m}$ 程度、ダイアフラム30の厚さを $10\sim 20\mu\text{m}$ 程度とし、ダイアフラム30の縦横寸法L（図7（a）参照）を $620\mu\text{m}$ 未満にまで小さくすると、従来のエッチング方法では、図8に示すように、ダイアフラム30が平面四角形のものになってしまう。ここで、図8において（a）は平面図、（b）は（a）のB-B断面図である。

#### 【0028】

つまり、凹部20のエッチングにおいて、深さ方向のエッチングレートとテーパー面21～24のエッチングレートとは決まっている。そのため、ダイアフラム30のサイズを小さくしていくと、図8に示すように、四つのテーパー面21～24同士がつながってしまい、ダイアフラム30は四角形状となってしまう。

#### 【0029】

このようにダイアフラム30が八角形から四角形に変わってしまうと、八角形のときに比べてセンターゲージとサイドゲージの熱応力差が大きくなる。図9は、ダイアフラム30が八角形の場合と四角形の場合とで、センターゲージ $Rc1$ 、 $Rc2$ とサイドゲージ $Rs1$ 、 $Rs2$ に加わる熱応力の大きさについて有限要素法（FEM）を用いて解析を行った結果を示す図である。

#### 【0030】

この図9からもわかるように、四角形のダイアフラム30では八角形のときに比べてセンターゲージ $Rc1$ 、 $Rc2$ に加わる熱応力 $\sigma_c$ とサイドゲージ $Rs1$ 、 $Rs2$ に加わる熱応力 $\sigma_s$ の差が大きくなる。そのため、上記したTNO特性が悪化してしまうという問題が生じる。

## 【0031】

本発明は上記問題に鑑み、主表面が(110)面である単結晶シリコン基板に圧力検出用のダイアフラムを形成してなる半導体圧力センサの製造方法において、ダイアフラムを小型化するにあたって、八角形のダイアフラムを実現しやすくすることを目的とする。

## 【0032】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、一面(11)の面方位が(110)面である単結晶シリコン基板(10)を用意し、単結晶シリコン基板の一面側にエッチングマスク(50)を配設する工程と、しかる後、単結晶シリコン基板の一面から異方性エッチングを行うことにより、単結晶シリコン基板に凹部(20)を形成するとともに、単結晶シリコン基板のうち凹部の底面側に受圧用のダイアフラム(30)を形成する工程と、を備える半導体圧力センサの製造方法において、エッチングマスクとして、 $\langle 110 \rangle$ 結晶軸方向に沿って延びる第1の領域と $\langle 100 \rangle$ 結晶軸方向とに沿って延びる第2の領域とが交差する十字形状の開口部(51)を有するとともに、開口部のうち第1の領域と第2の領域とが重なり合う領域の開口部(51a)の面積がダイアフラムの面積よりも小さくなっているものを用いることを特徴とする。

## 【0033】

このようなエッチングマスク(50)を用いれば、凹部(20)を形成するための異方性エッチングを行っていくと、十字形状の開口部(51)において第1の領域と第2の領域とが重なり合う領域の開口部(51a)から十字の各端部に向かって、凹部の側面としてのテーパ面(21、22、23、24)の一部が現れてくる。

## 【0034】

一方、この異方性エッチング中において、エッチングマスク(50)の開口部(51)から現れるテーパ面(21～24)の一部の間に位置する基板部分は、エッチングマスクの下に隠れているので、当該基板部分のエッチングレートを遅くすることができる。そのため、最終的に四つのテーパ面同士がつながってダイ

アフラム（30）が四角形状となってしまうことを防止できる。

#### 【0035】

このように、本製造方法によれば、凹部（20）およびダイアフラム（30）を形成する異方性エッチングにおいて、四つのテーパ面（21～24）の間に、凹部の側面として別の側面を残すことができる。よって、本発明によれば、ダイアフラムを小型化するにあたって、八角形のダイアフラムを実現しやすくなる。

#### 【0036】

ここで、請求項2に記載の発明では、エッチングマスク（50）の開口部（51）のうち第1の領域と第2の領域とが重なり合う領域の開口部（51a）は、八角形であることを特徴とする。

#### 【0037】

それによれば、異方性エッチングによってダイアフラム（30）をより八角形にしやすくなるため、好ましい。

#### 【0038】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

#### 【0039】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。図1は、本発明の実施形態に係る半導体圧力センサS1の概略断面図であり、図2は、図1中の上視平面図であって、このセンサS1における単結晶シリコン基板10に形成されたダイアフラム30の平面形状を示す図である。

#### 【0040】

また、図3は、単結晶シリコン基板10の一面11から見たダイアフラム30および凹部20の平面図であり、エッチングマスク50も並記してある。なお、図2中、ダイアフラム30の外形は破線にて示し、また、図3では、便宜上、エッチングマスク50に点ハッチングを施してある。

#### 【0041】

単結晶シリコン基板 10 は、主表面の面方位が (110) 面である。つまり、単結晶シリコン基板 10 の一面 (図 1 中の下面) 11 および他面 (図 1 中の上面) 12 が (110) 面となっている。

#### 【0042】

この単結晶シリコン基板 10 には、単結晶シリコン基板 10 の一面 11 から凹んだ凹部 20 が形成されている。この凹部 20 の形成に伴い薄肉部となった凹部 20 の底面側には、平面形状が八角形である受圧用のダイアフラム 30 が形成されている。

#### 【0043】

ここで、単結晶シリコン基板 10 の厚さを  $300\ \mu\text{m}$  程度とした場合、凹部 20 の深さは  $280\sim 295\ \mu\text{m}$  程度である。つまり、ダイアフラム 30 の厚さは  $5\sim 20\ \mu\text{m}$  程度である。また、ダイアフラム 30 の縦横寸法 L (図 2 参照) は  $620\ \mu\text{m}$  未満にまで小さくなっている。

#### 【0044】

また、上記図 6、図 7 と同様に、単結晶シリコン基板に形成された凹部 20 の開口部は八角形状である。そして、図 3 に示すように、凹部 20 においては、この八角形の開口部から四つのテーパ面 21、22、23、24 とその間の垂直な面とが側面として形成されており、これら側面を介して凹部 20 の底面が八角形のダイアフラム 30 として構成されている。

#### 【0045】

ここで、凹部 20 の側面について、 $\langle 100 \rangle$  結晶軸に沿って対向する一对のテーパ面 21、22 は (111) 面であり、 $\langle 110 \rangle$  結晶軸に沿って対向する一对のテーパ面 23、24 は (110) 面である。

#### 【0046】

また、図 1、図 2 に示すように、単結晶シリコン基板 10 の他面 12 には、ダイアフラム 30 の歪みに伴う検出信号を出力するためのブリッジ回路を構成する歪みゲージ抵抗  $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$ 、 $R_{s1}$ 、 $R_{s2}$  が形成されている。この歪みゲージ抵抗  $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$ 、 $R_{s1}$ 、 $R_{s2}$  は、注入や拡散等により形成された拡散ゲージ抵抗である。

## 【0047】

ここにおいて、歪みゲージ抵抗  $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$ 、 $R_{s1}$ 、 $R_{s2}$  は、抵抗の長手方向が  $\langle 110 \rangle$  結晶軸方向に沿って配置されたものであり、ダイアフラム 30 の中心部に配置された一対のセンターゲージ  $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$  と、センターゲージ  $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$  よりもダイアフラム 30 の周辺部に配置された一対のサイドゲージ  $R_{s1}$ 、 $R_{s2}$  とから構成されている。

## 【0048】

そして、これら 4 個の歪みゲージ抵抗  $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$ 、 $R_{s1}$ 、 $R_{s2}$  は、センターゲージ  $R_{c1}$  の抵抗値を  $R_A$ 、センターゲージ  $R_{c2}$  の抵抗値を  $R_D$ 、サイドゲージ  $R_{s1}$  の抵抗値を  $R_B$ 、サイドゲージ  $R_{s2}$  の抵抗値を  $R_C$  として、上記図 5 に示したようなブリッジ回路 100 を構成して  $\langle 110 \rangle$  結晶軸方向に発生する応力を検出するようになっている。

## 【0049】

つまり、本実施形態の半導体圧力センサ S1 においても、これら歪みゲージ抵抗  $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$ 、 $R_{s1}$ 、 $R_{s2}$  は互いに直列接続されて 4 辺形の閉回路を形成し、ホイートストンブリッジを構成している。

## 【0050】

そして、図 5 に示したブリッジ回路 100 において、入力端子 I a から I b に直流定電流 I を与えた状態で、ダイアフラム 30 の歪みが歪みゲージ抵抗  $R_A$ 、 $R_B$ 、 $R_C$ 、 $R_D$  の抵抗値変化として現れ、出力端子 P a と P b との間から被検出圧力に応じたレベルの電圧（検出信号）すなわち中点電位  $V_{out}$  が出力されるようになっている。

## 【0051】

また、図 1 に示すように、この半導体圧力センサ S1 は、単結晶シリコン基板 10 の一面において、ガラス台座 40 に陽極接合等により接合されている。本例では、ガラス台座 40 によって凹部 20 内は密閉されて、基準圧力室となっており、絶対圧型の圧力センサを構成する。

## 【0052】

なお、図示しないが、ガラス台座 40 には、外部と凹部 20 とを連通する圧力

導入通路を形成し、この圧力導入通路から、凹部 20 内へ被測定圧力を導入してダイアフラム 30 の裏面に受圧させるタイプとしてもよい。

#### 【0053】

このような半導体圧力センサ S1 は、次のようにして形成することができる。まず、主表面すなわち一面 11 および他面 12 の面方位が (110) 面である単結晶シリコン基板 10 を用意する。そして、この単結晶シリコン基板 10 の他面に、イオン注入や拡散等の半導体製造技術を用いて歪みゲージ抵抗 R<sub>c1</sub>、R<sub>c2</sub>、R<sub>s1</sub>、R<sub>s2</sub> や各種配線等を形成する。

#### 【0054】

その後、単結晶シリコン基板 10 の一面 11 に、図 3 に示すような十字形状の開口部 51 を有するエッチングマスク 50 を形成する。このエッチングマスク 50 は、CVD 等により成膜されたシリコン窒化膜等からなるものである。

#### 【0055】

このエッチングマスク 50 の開口部 51 は、十字形状であるが、詳しくは、〈110〉結晶軸方向に沿って延びる第 1 の領域と〈100〉結晶軸方向とに沿って延びる第 2 の領域とが交差する十字形状となっている。

#### 【0056】

ここで、第 1 の領域、第 2 の領域は、図 3 に示すように、それぞれの結晶軸に沿って延びる細長矩形の開口部であり、これら二つの細長の開口部が交差した十字形としてエッチングマスク 50 の開口部 51 が形成されている。

#### 【0057】

また、図 3 からわかるように、エッチングマスク 50 の開口部 51 のうち第 1 の領域と第 2 の領域とが重なり合う領域の開口部 51a の平面形状は、本例では、八角形となっている。言い換えれば、エッチングマスク 50 の開口部 51 は、この八角形の開口部 51a を中心として、〈110〉結晶軸方向に沿って延びる開口領域と〈100〉結晶軸方向とに沿って延びる開口領域を有する十字形状のものであると言える。

#### 【0058】

そして、図 3 に示されているように、この第 1 の領域と第 2 の領域とが重なり

合う領域の開口部 51a の面積は、形成されるべきダイアフラム 30 の面積よりも小さくなっている。

#### 【0059】

なお、この第1の領域と第2の領域とが重なり合う領域の開口部 51a の平面形状は、 $\langle 110 \rangle$  結晶軸方向および  $\langle 100 \rangle$  結晶軸方向に対して斜めとなった辺を持たない四角形であってもよい。

#### 【0060】

このようにして単結晶シリコン基板 10 の一面 11 側にエッチングマスク 50 を形成した後、単結晶シリコン基板 10 の一面 11 から異方性エッチングを行うことにより、単結晶シリコン基板 10 に凹部 20 を形成するとともに、単結晶シリコン基板 10 のうち凹部 20 の底面側にダイアフラム 30 を形成する。

#### 【0061】

異方性エッチングとしては、公知であるアルカリエッチング液を用いる方法等を採用できる。アルカリエッチング液としては、KOH（水酸化カリウム）や TMAH（テトラメチルアンモニウムヒドライド）等を用いたエッチング液とすることができる。

#### 【0062】

このような異方性エッチングにおいては、凹部 20 における深さ方向のエッチングレートとテーパ面のエッチングレートとの差を利用して異方性エッチングが進行する。

#### 【0063】

このとき、上記した十字形状のエッチングマスク 50 を用いれば、異方性エッチングを行っていくと、十字形状の開口部 51 において第1の領域と第2の領域とが重なり合う領域の開口部 51a から十字の各端部に向かって、凹部 20 の側面としてのテーパ面 21～24 の一部が現れてくる。

#### 【0064】

一方、この異方性エッチング中において、エッチングマスク 50 の開口部 51 から現れるテーパ面 21～24 の一部の間に位置する基板部分は、エッチングマスク 50 の下に隠れているので、当該基板部分のエッチングレートを遅くするこ

とができる。

#### 【0065】

そのため、上記図8に示したように、最終的に四つのテーパ面21～24同士がつながってダイアフラム30が四角形状となってしまうことを防止することが可能となる。

#### 【0066】

このように、本実施形態の製造方法によれば、凹部20およびダイアフラム30を形成する異方性エッチングにおいて、四つのテーパ面21～24の間に、凹部20の側面として別の側面を残すことができ、ダイアフラム30は八角形となる。こうして、八角形のダイアフラム30を有する半導体圧力センサS1ができる。

#### 【0067】

この後、半導体圧力センサS1は、エッチングマスク50をエッチング等により除去し、その後、陽極接合等によってガラス台座40と接合される。

#### 【0068】

このように、本実施形態によれば、ダイアフラム30を小型化するにあたって、八角形のダイアフラム30を実現しやすくてできる製造方法を提供できる。そして、小型化してもサイドゲージRs1、Rs2とセンターゲージRc1、Rc2にかかる熱応力の差が小さく、TNO特性の良好な半導体圧力センサS1を提供できる。

#### 【0069】

また、本例では、エッチングマスク50の開口部51のうち第1の領域と第2の領域とが重なり合う領域の開口部51aの平面形状は、 $\langle 110 \rangle$ 結晶軸方向および $\langle 100 \rangle$ 結晶軸方向に対して斜めとなった辺を持つ八角形である。八角形のダイアフラム30を形成する凹部20の側面のうちテーパ面21～24を除く面は、いろいろな面方位が混在する面である。

#### 【0070】

その点、上記重なり領域の開口部51aをダイアフラム30の相似形に近い八角形とすることで、異方性エッチングの際に、上記面方位の混在する面をきれい



な形で形成しやすい。つまり、異方性エッチングによってダイアフラム 30 をより八角形にしやすいことができるため、好ましい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態に係る半導体圧力センサの概略断面図である。

【図 2】

図 1 に示すセンサにおける単結晶シリコン基板に形成されたダイアフラムの平面形状を示す図である。

【図 3】

図 1 に示すセンサにおける単結晶シリコン基板の一面から見たダイアフラムおよび凹部の平面図である。

【図 4】

従来の主表面が (110) 面である単結晶シリコン基板を用いた半導体圧力センサにおけるダイアフラム上の歪みゲージ抵抗の配置状態を示す図である。

【図 5】

図 4 に示す歪みゲージ抵抗により構成されるブリッジ回路の結線図である。

【図 6】

従来の半導体圧力センサにおいて、単結晶シリコン基板の一面側から見たときのダイアフラムの形状を示す斜視図である。

【図 7】

(a) は図 6 に示すダイアフラムの平面図、(b) は (a) の A-A 断面図である。

【図 8】

(a) は主表面が (110) 面である単結晶シリコン基板を用いた半導体圧力センサにおいて、平面四角形のダイアフラムを示す平面図、(b) は (a) の B-B 断面図である。

【図 9】

主表面が (110) 面である単結晶シリコン基板を用いた半導体圧力センサにおいてダイアフラムが八角形の場合と四角形の場合とで、センターゲージとサ

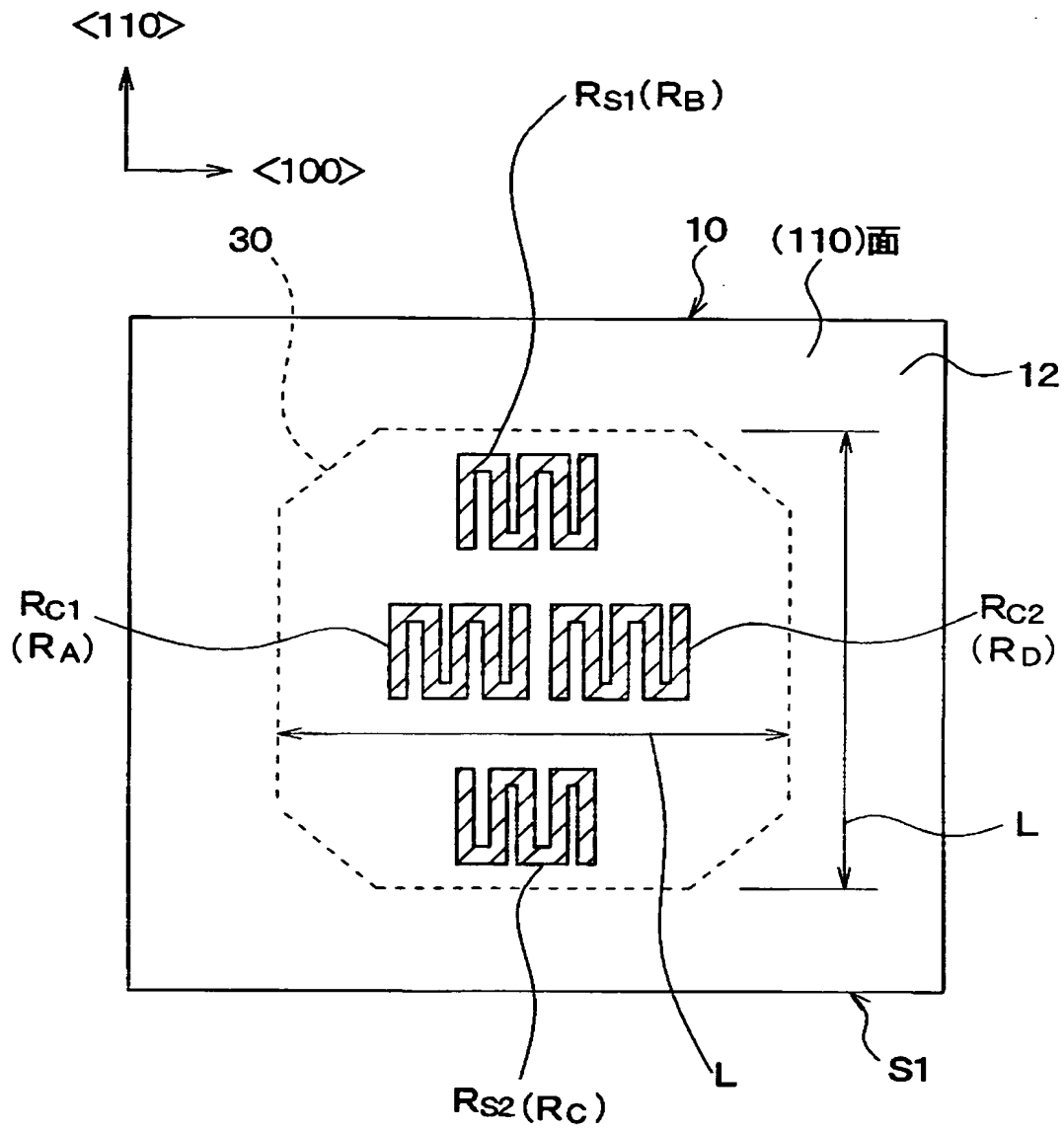
イドゲージに加わる熱応力の大きさについて有限要素法（F E M）を用いて解析を行った結果を示す図である。

【符号の説明】

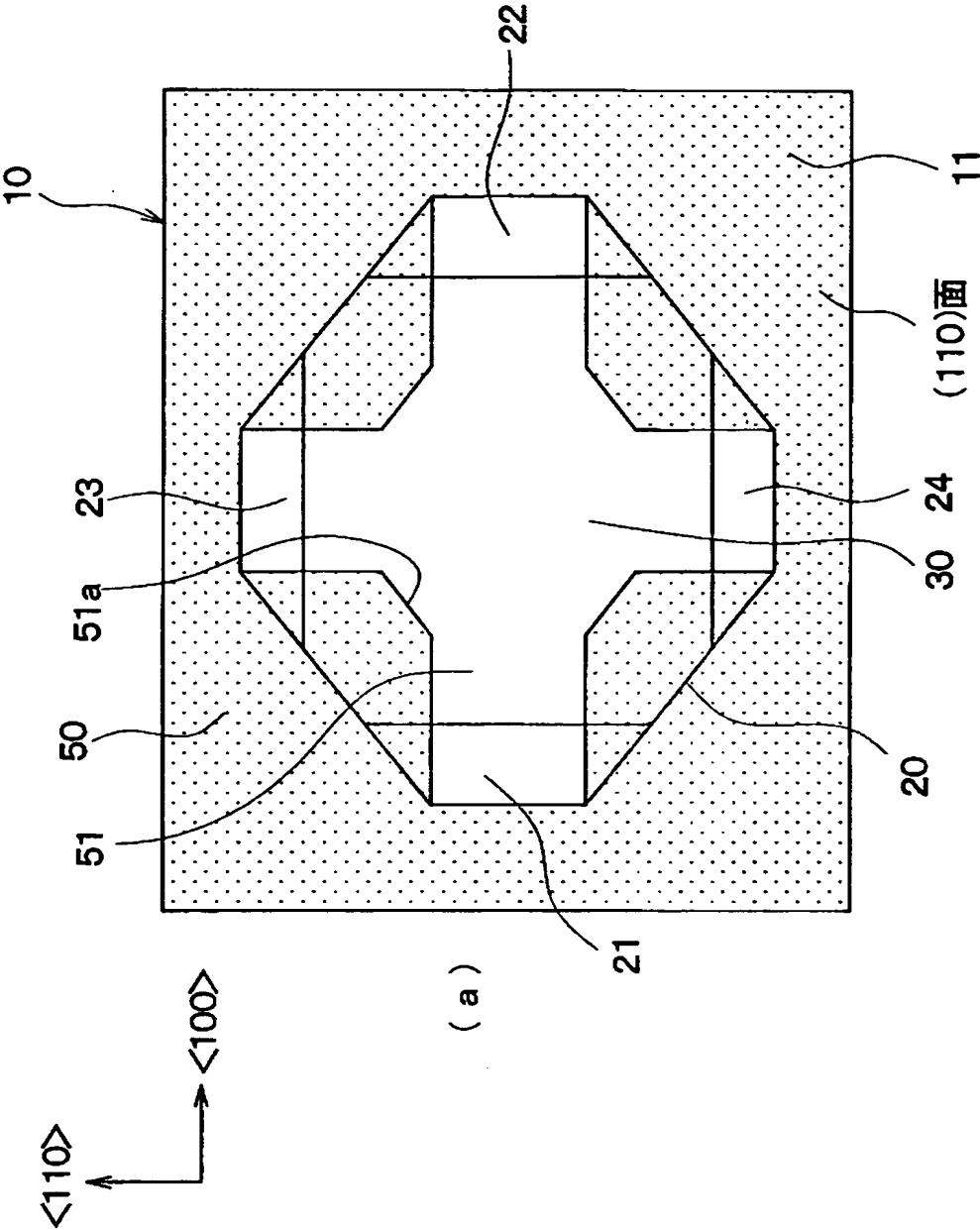
1 0…単結晶シリコン基板、1 1…単結晶シリコン基板の一面、  
2 0…凹部、3 0…ダイアフラム、5 0…エッチングマスク、  
5 1…エッチングマスクの開口部、  
5 1 a…エッチングマスクの開口部のうち第 1 の領域と第 2 の領域とが重なり合う領域の開口部。



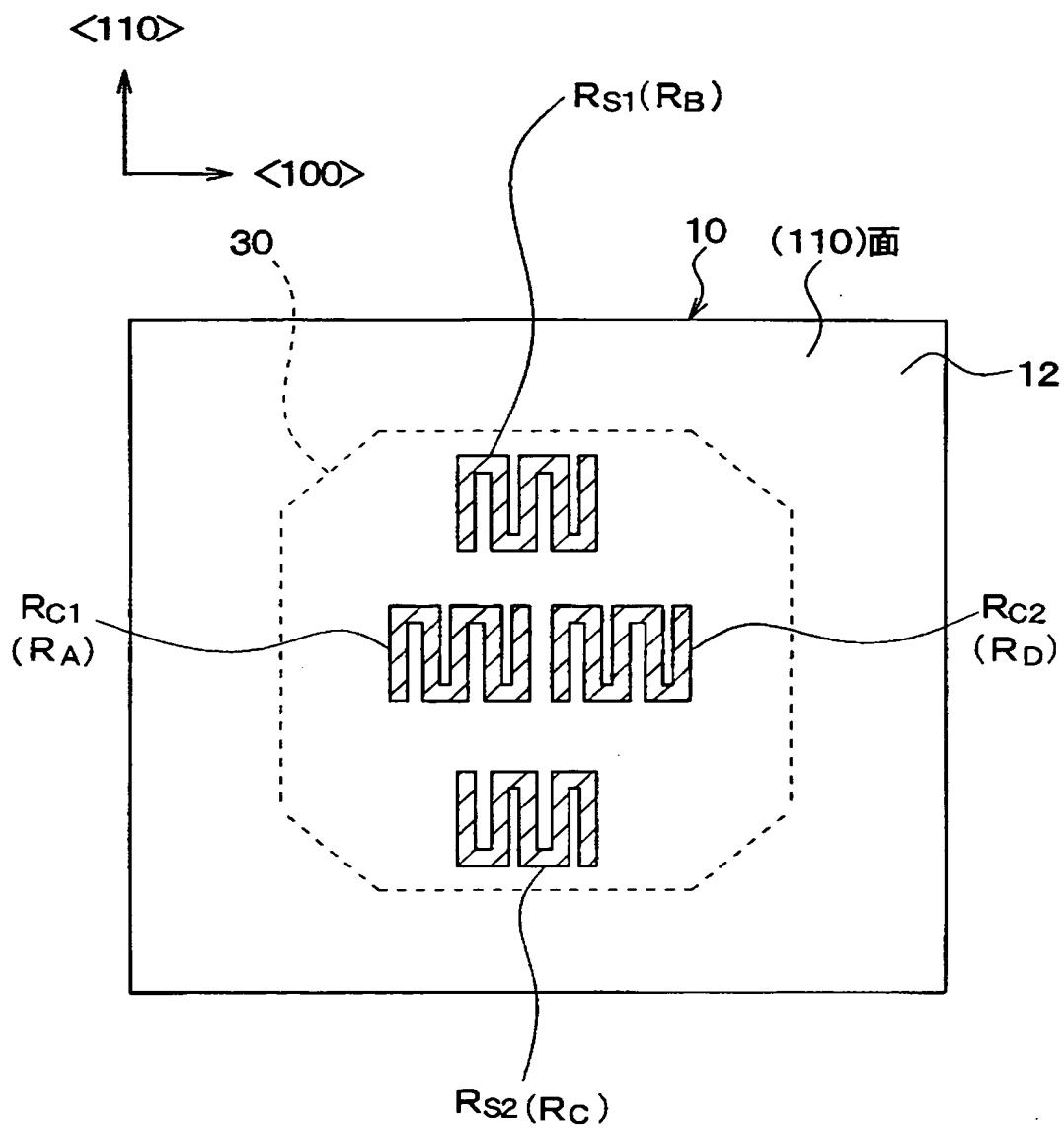
【図 2】



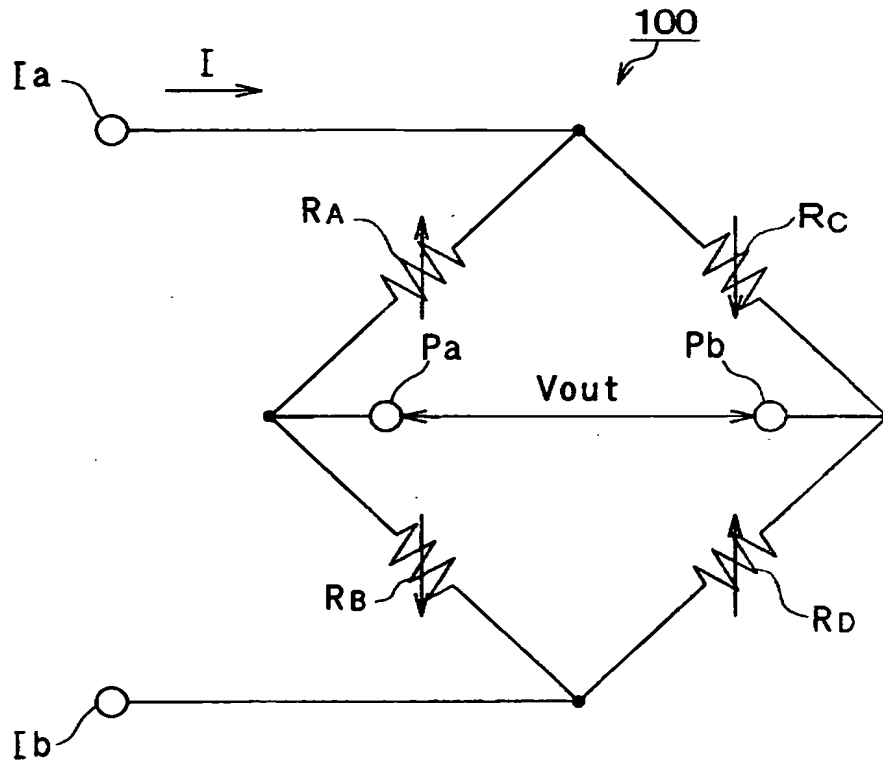
【図 3】



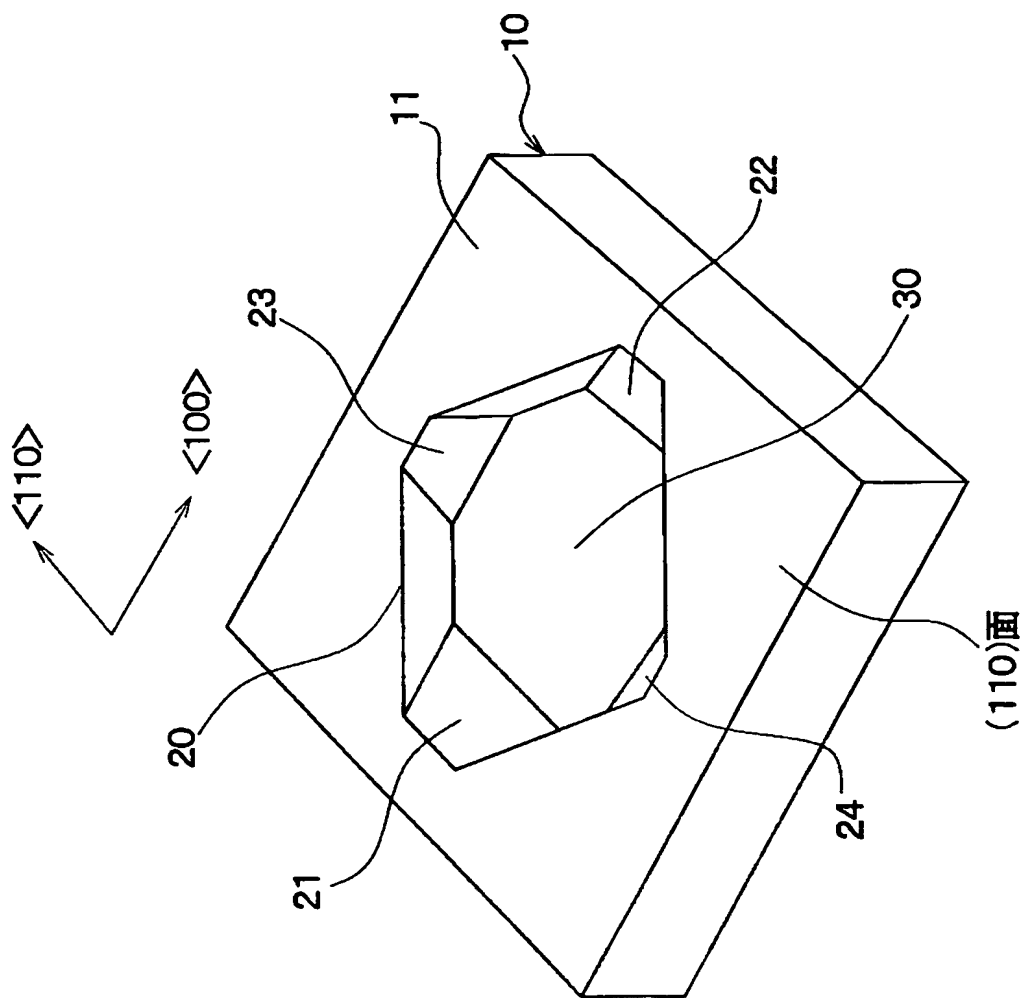
【図 4】



【図 5】

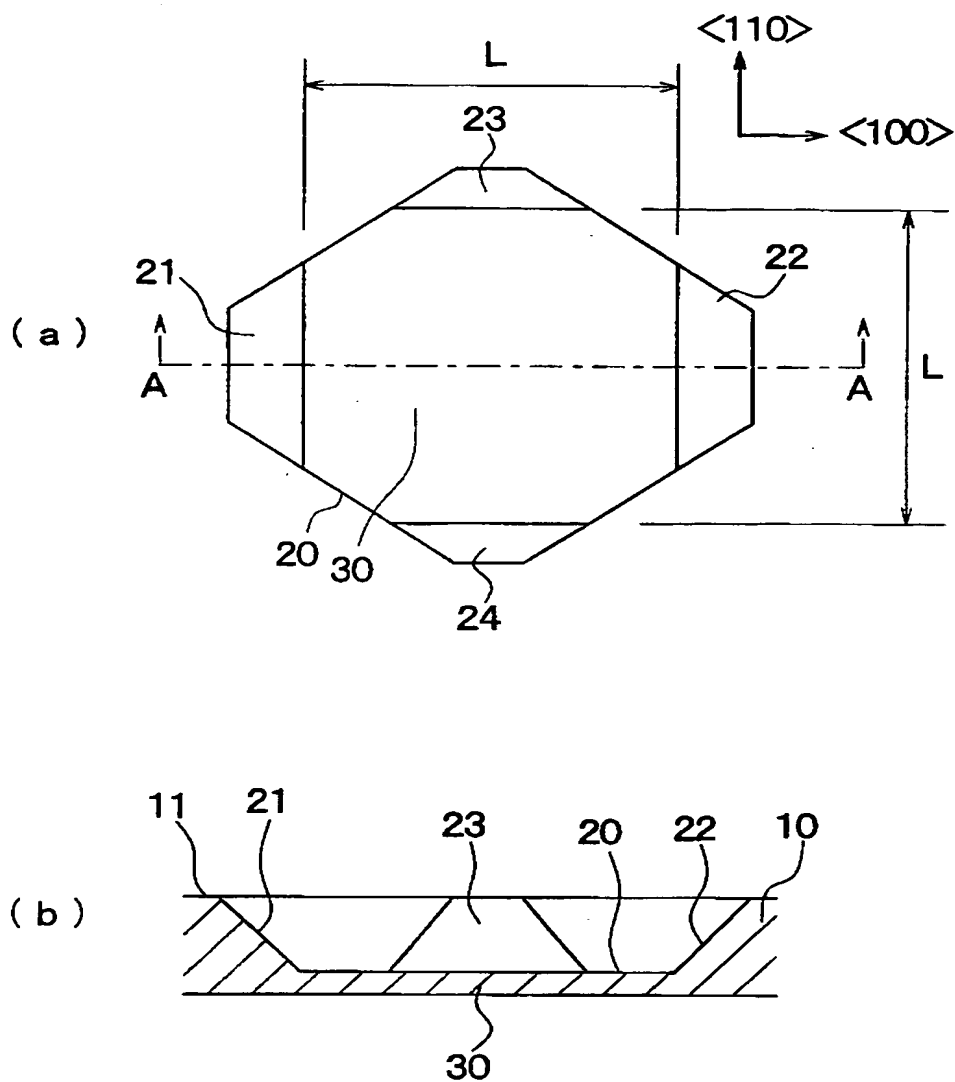


【図 6】

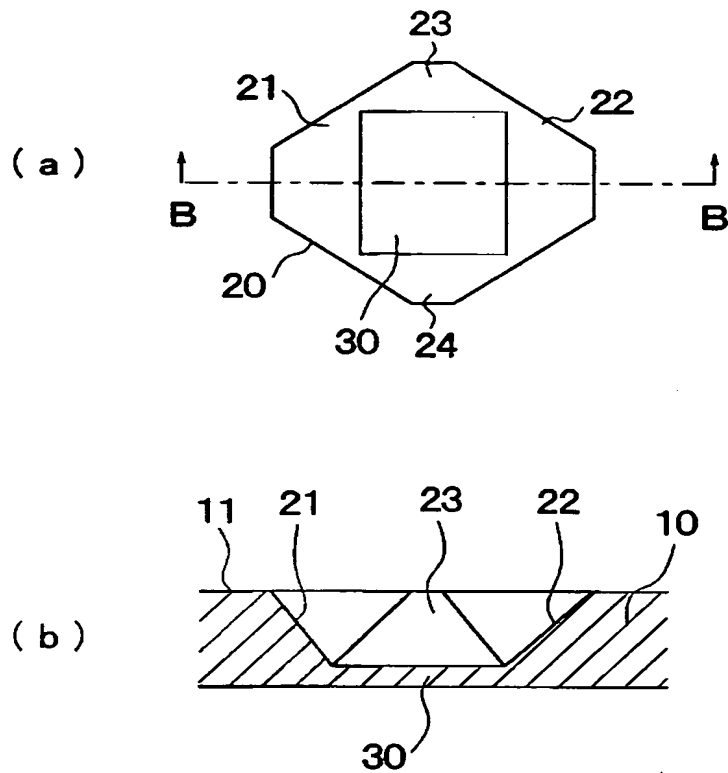




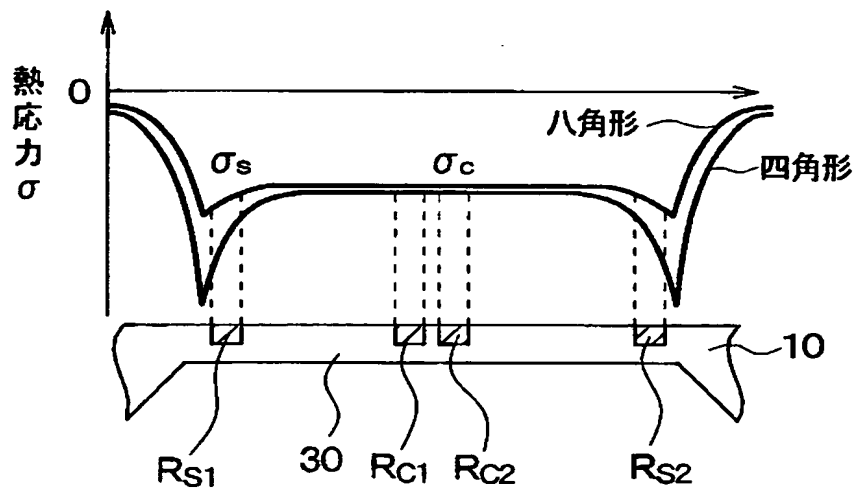
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 主表面が(110)面である単結晶シリコン基板を用いたダイアフラム式の半導体圧力センサの製造方法において、ダイアフラムを小型化するにあたって、八角形のダイアフラムを実現しやすくする。

【解決手段】 一面11の面方位が(110)面である単結晶シリコン基板10の一面11側にエッチングマスク50を配設した後、異方性エッチングを行うことにより、凹部20を形成するとともに凹部20の底面側にダイアフラム30を形成するようにした半導体圧力センサの製造方法において、エッチングマスク51として、 $\langle 110 \rangle$ 結晶軸方向に沿って延びる第1の領域と $\langle 100 \rangle$ 結晶軸方向とに沿って延びる第2の領域とが交差する十字形状の開口部51を有し且つ開口部51のうち第1の領域と第2の領域とが重なり合う領域の開口部51aの面積がダイアフラム30の面積よりも小さいものを用いる。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 3 - 0 6 7 9 5 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 6 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー